



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**22.10.2003 Bulletin 2003/43**

(51) Int Cl.7: **F42B 15/38**

(21) Numéro de dépôt: **03101062.2**

(22) Date de dépôt: **17.04.2003**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR**  
**HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR**  
 Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO**

(72) Inventeur: **COMTESSE, Patrick**  
**78970, MEZIERES SUR SEINE (FR)**

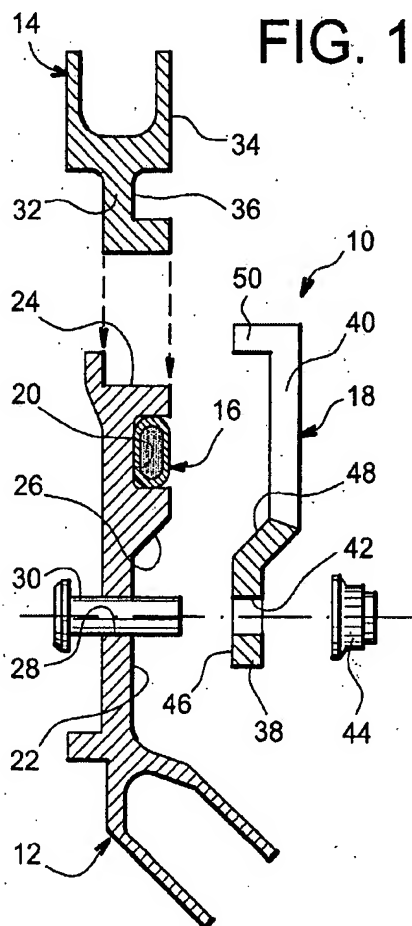
(74) Mandataire: **Poullin, Gérard**  
**BREVALEX**  
**3, rue du Docteur Lancereaux**  
**75008 Paris (FR)**

(30) Priorité: **19.04.2002 FR 0204927**

(71) Demandeur: **EADS Launch Vehicles**  
**75781 Paris Cedex 16 (FR)**

(54) **DISPOSITIF DE LIAISON PROVISOIRE ET DE SEPARATION PYROTECHNIQUE DE DEUX ELEMENTS, SANS RUPTURE**

(57) Un dispositif (10) de liaison provisoire et de séparation pyrotechnique relie normalement deux éléments (12, 14). Ce dispositif comprend une pièce de liaison (18) dont une partie de base (38) est fixée à l'un (12) des éléments. Des parties actives (40) de la pièce de liaison (18) recouvrent un espace (20) dans lequel est logé un tube (16) à expansion pyrotechnique. Les parties actives (40) sont déformables et comprennent des extrémités (50) en forme de crochets qui sont reçues dans une encoche (36) formée dans le deuxième élément (14), pour assurer normalement une liaison par pression entre les deux éléments. La mise à feu a pour effet de déformer les parties actives de façon à rompre cette liaison par pression.



## Description

### Domaine technique

[0001] L'invention concerne un dispositif apte à assurer une liaison provisoire entre deux éléments et utilisant un tube à expansion pyrotechnique pour séparer ces éléments, sans nécessiter la rupture d'une pièce quelconque.

[0002] Un tel dispositif peut notamment être utilisé dans les industries aéronautique et spatiale, pour commander en un temps très bref la séparation de deux éléments structurels, tout en assurant la transmission éventuelle d'efforts importants entre ces deux éléments, avant que la rupture ne soit effectuée.

### Etat de la technique

[0003] Lorsque deux éléments entre lesquels passent des efforts doivent être séparés de façon irréversible, en un temps très bref, au moyen d'une commande à distance, on utilise couramment des dispositifs de séparation pyrotechnique intégrés dans la zone de jonction entre les deux éléments.

[0004] Les dispositifs de séparation pyrotechnique comprennent généralement un tube à expansion pyrotechnique, c'est-à-dire un tube métallique étanche et déformable, dans lequel circule un cordeau détonant. Un matériau souple tel que du caoutchouc est interposé entre le cordeau détonant et le tube qui l'enveloppe. avant la mise à feu, le tube présente une section oblongue, par exemple en forme d'ellipse ou de cercle aplati.

[0005] Lorsque le cordeau détonant est mis à feu, l'onde de choc qui se propage à très grande vitesse le long du tube déforme celui-ci et tend à lui donner une section circulaire.

[0006] Dans les dispositifs de séparation pyrotechnique existants, le tube à expansion pyrotechnique est utilisé pour découper l'un des deux éléments selon une ligne de découpe donnée, afin de séparer les deux éléments l'un de l'autre.

[0007] Dans le cas où les éléments à séparer sont métalliques, il est connu de loger le tube à expansion pyrotechnique dans le fond d'un évidement à section en forme de U pratiqué dans l'un de ces éléments. L'autre élément est alors fixé dans l'entrée de cet évidement, par exemple au moyen de boulons ou analogues. La mise à feu du cordeau détonant provoque la cassure des deux branches latérales de l'élément évidé, selon des lignes définies par des zones d'épaisseur réduite. Les documents FR-A-2 598 796 et EP-A-0 273 061 illustrent des dispositifs de ce type.

[0008] Il est également connu, comme l'illustre le document US-A-4 137 848, de loger le tube à expansion pyrotechnique entre deux parties en vis-à-vis des éléments métalliques à séparer, en donnant à l'une desdites parties une épaisseur réduite. Les deux éléments sont reliés l'un à l'autre par des boulons ou analogues,

d'un côté du tube et à proximité de celui-ci. La mise à feu du cordeau détonant provoque la cassure de la partie d'épaisseur réduite.

[0009] Le document US-A-3 362 290 décrit un agencement très proche de celui qui fait l'objet des documents FR-A-2 598 796 et EP-A-0 273 061. Toutefois, au lieu de provoquer la cassure de l'élément, évidé, la mise à feu du cordeau détonant provoque, dans ce cas, le cisaillement des rivets servant à assembler les deux éléments, avant leur séparation. A cet effet, les rivets sont creux et de petit diamètre.

[0010] Lorsque les éléments à séparer sont des structures de type sandwich, il a été proposé de loger le tube à expansion pyrotechnique dans une partie de ces structures dépourvue d'âme alvéolaire. La mise à feu du cordeau détonant a alors pour effet de découper les parties du revêtement de la structure situées en face dudit tube. Des agencements de ce type sont décrits dans les documents FR-A-2 779 223 et FR-A-2 779 224.

[0011] Dans le document FR-A-2 779 222, il est décrit un agencement comparable, dans lequel les deux éléments sont reliés initialement l'un à l'autre par au moins une pièce de liaison collée. Lors de la mise à feu, l'expansion du tube provoque le décollement de la pièce de liaison et la séparation des deux éléments.

[0012] En résumé, tous les dispositifs connus de séparation pyrotechnique associés à des pièces métalliques réalisent la séparation desdites pièces en commandant la rupture de l'une d'entre elles ou le cisaillement des organes qui en assurent l'assemblage. Il en est généralement de même dans le cas des dispositifs associés à des pièces en matériaux composites.

[0013] La seule exception concerne le cas du dispositif décrit dans le document FR-A-2 779 222, dans lequel la découpe de l'un des deux éléments est remplacée par le décollement d'une pièce de liaison collée. Toutefois, ce type de dispositif ne peut être utilisé que pour relier des éléments en matériaux composites.

### Exposé de l'invention

[0014] L'invention a pour but la réalisation d'un dispositif de séparation pyrotechnique dont la conception originale lui permet de séparer des éléments en des matériaux quelconques, notamment métalliques, sans entraîner la rupture d'aucune pièce.

[0015] Conformément à l'invention, ce résultat est obtenu au moyen d'un dispositif de liaison provisoire et de séparation pyrotechnique, comprenant un tube à expansion pyrotechnique monté dans un espace ménagé dans une zone de liaison entre deux éléments à séparer, ledit espace étant délimité en partie par une pièce de liaison solidaire d'un premier desdits éléments, ladite pièce de liaison assurant normalement une liaison par pression entre lesdits éléments et étant apte à se déformer, lors d'une mise en oeuvre du tube à expansion pyrotechnique, pour libérer ladite liaison par pression, caractérisé en ce que la pièce de liaison comporte une par-

tie de base fixée sur une face du premier élément et au moins une partie active dont une extrémité est apte à maintenir un talon du deuxième élément en appui contre une empreinte complémentaire formée sur le premier élément, pour former ladite liaison par pression, ledit espace étant formé dans le premier élément ou dans le talon du deuxième élément et débouchant en face de la partie active de la pièce de liaison, entre la partie de base et l'extrémité.

[0016] Cet agencement permet de séparer les deux éléments sans aucune rupture de pièce. On supprime ainsi tout risque qu'un fragment libéré lors de la rupture vienne endommager des équipements situés à proximité de la zone de jonction.

[0017] Avantagusement, l'extrémité précitée de la partie active de la pièce de liaison est en forme de crochet, de façon à être normalement reçue dans une encoche formée dans le talon du deuxième élément.

[0018] Dans ce cas, la pièce de liaison et la face précitée du premier élément coopèrent de préférence entre elles par des surfaces complémentaires à effet de coin, aptes à déplacer légèrement ladite extrémité en forme de crochet vers la partie de base, lors du serrage de moyens de fixation de ladite partie de base sur la base du premier élément.

[0019] Dans le mode de réalisation préféré de l'invention, la pièce de liaison comporte avantagusement une pluralité de parties actives réalisées d'un seul tenant avec la partie de base et aptes à se déformer en éloignement de ladite face, lors d'une mise en oeuvre du tube à expansion pyrotechnique.

[0020] Selon le cas, les deux éléments peuvent être annulaires et disposés bout à bout ou constitués par des panneaux disposés bout à bout. Dans le premier cas, la pièce de liaison encercle la zone de jonction. Dans le second cas, la pièce de liaison chevauche la zone de jonction.

#### Breve description des dessins

[0021] On décrira à présent, à titre d'exemple illustratif et nullement limitatif, un mode de réalisation préféré de l'invention, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe transversale qui représente un dispositif conforme à l'invention, avant l'assemblage des deux éléments ;
- la figure 2 est une vue comparable à la figure 1, qui représente le dispositif assemblé ; et
- la figure 3 est une vue comparable aux figures 1 et 2, qui représente le dispositif après la mise en oeuvre du tube à expansion pyrotechnique.

#### Description détaillée d'un mode de réalisation préféré de l'invention

[0022] On a représenté sur les figures 1 à 3 un mode

de réalisation préféré d'un dispositif 10 de liaison provisoire et de séparation pyrotechnique, placé entre un premier élément 12 et un deuxième élément 14.

[0023] Le premier élément 12 et le deuxième élément 14 sont constitués avantagusement soit comme deux éléments annulaires, sensiblement de même diamètre, soit par deux panneaux de forme quelconque. Dans les deux cas, les éléments 12 et 14 sont prévus pour être assemblés bout à bout.

[0024] Le dispositif 10 conforme à l'invention est situé dans la zone de liaison entre les deux éléments 12 et 14. Il comprend principalement un tube à expansion pyrotechnique 16 de conception classique, ainsi qu'une pièce de liaison 18.

[0025] Comme on le voit bien sur la figure 1 qui représente les pièces avant leur assemblage, le tube à expansion pyrotechnique 16 est logé dans un espace 20 qui est formé dans le premier élément 12 et débouche sur une face 22 de celui-ci. Plus précisément, l'espace 20 est matérialisé par une gorge de section rectangulaire et le tube à expansion pyrotechnique 16 affleure la face 22 du premier élément 12 lorsqu'il est placé à l'intérieur de ladite gorge.

[0026] A son extrémité située au-delà de l'espace 20, le premier élément 12 comprend une empreinte 24 dont la fonction apparaîtra par la suite. Cette empreinte 24 est délimitée dans ce cas par un flanc perpendiculaire à la face 22 du premier élément 12 et débouchant sur ladite face, et par un flanc parallèle à la face 22.

[0027] A l'opposé de l'empreinte 24 par rapport à l'espace 20, la face 22 du premier élément 12 comporte une partie en creux reliée, par une surface inclinée 26, à la partie de ladite face dans laquelle est formé l'espace 20.

[0028] A proximité de cette surface inclinée 26, la partie en creux de la face 22 du premier élément 12 est traversée par des trous 28 destinés au passage d'organes de fixation tels que des vis 30 associées à des écrous 44 et matérialisant des moyens de fixation de la pièce de liaison 18 sur la face 22 du premier élément 12.

[0029] Le deuxième élément 14 comporte, à son extrémité prévue pour être assemblée au premier élément 12, un talon 32. Ce talon 32 est prévu pour venir en appui contre l'empreinte 24 formée à l'extrémité du premier élément 12. A cet effet, il présente des surfaces complémentaires de celles qui délimitent l'empreinte 24.

[0030] Le talon 32 du deuxième élément 14 comprend de plus une encoche 36, sur sa face 34 prévue pour être tournée du même côté que la face 22 du premier élément 12. Dans ce cas, l'encoche 36 présente la forme d'une rainure de section rectangulaire.

[0031] La pièce de liaison 18 comprend une partie de base 38, ainsi qu'au moins une et de préférence plusieurs parties actives 40. Les parties actives 40 sont réalisées d'une seule pièce avec la partie de base 38. Elles sont prévues pour pouvoir se déformer lorsqu'elles sont soumises à l'effort engendré par la mise à feu du cordeau détonant contenu dans le tube à expansion py-

rotechnique 16.

[0032] La partie de base 38 est prévue pour être fixée sur la face 22 du premier élément 12 à l'aide des moyens de fixation précités. A cet effet, la partie de base est traversée par des trous 42 qui sont sensiblement alignés avec les trous 28 lorsque la pièce de liaison 18 est mise en place. Les vis 30 sont alors introduites dans les trous 28 et 42 alignés. Les écrous 44 sont ensuite vissés sur les vis 30, pour compléter les moyens de fixation.

[0033] La face 46 de la pièce de liaison 18 prévue pour être appliquée sur la face 22 du premier élément 12 a une forme complémentaire de celle de ladite face 22. Ainsi, cette face 26 de la pièce de liaison 18 comprend une surface inclinée 48 complémentaire de la surface inclinée 26 de la face 22.

[0034] Les surfaces inclinées 26 et 48 forment ainsi des surfaces complémentaires à effet de coin, dont l'agencement est tel que la pièce de liaison 18 est déplacée légèrement vers le bas en considérant les figures, lors du serrage des boulons formés par les vis 30 et les écrous 44, lesdits boulons matérialisant les moyens de fixation de la pièce de liaison 18 sur le premier élément 12.

[0035] Les parties actives 40 prolongent la partie de base 38 de la pièce de liaison 18 de façon à s'étendre au-delà de l'empreinte 24 formée à l'extrémité du premier élément 12, lorsque la pièce de liaison 18 est fixée sur celui-ci.

[0036] Chacune des parties actives 40 comprend une extrémité 50 en forme de crochet. Lorsque la pièce de liaison est fixée sur le premier élément 12 et lorsque le talon 32 du deuxième élément 14 est en appui contre l'empreinte 24 du premier élément 12, l'extrémité 50 en forme de crochet est reçue dans l'encoche 36 formée dans le talon 32, comme l'illustre la figure 2.

[0037] Plus précisément, la coopération des surfaces complémentaires en forme de coin 26, 48 a pour effet, lors du serrage des boulons 30, 44, de déplacer légèrement chacune des extrémités 50 repliées en forme de crochet vers lesdits boulons. La face intérieure des extrémités 50 vient ainsi en appui contre le bord de l'encoche 36 le plus proche de l'extrémité du talon 32. Cela a pour effet de presser le talon 32 contre l'empreinte 24, de façon à établir une liaison par pression entre le premier élément 12 et le deuxième élément 14.

[0038] Cet agencement obtenu après assemblage des éléments 12 et 14 par les pièces de liaison 18 et les moyens de fixation 30, 44 est illustré sur la figure 2. Il permet d'établir une liaison provisoire entre les différentes pièces et constitue un état "normal" de l'assemblage.

[0039] Lorsqu'on commande la séparation des éléments 12 et 14, le cordeau détonant contenu dans le tube 16 à expansion pyrotechnique est mis à feu. Cela se traduit de façon classique par un gonflement du tube 16, sous l'effet des gaz libérés par la mise à feu. La section initialement plate du tube 16 à expansion pyrotechnique devient alors pseudo circulaire, comme l'illustre la figure 3.

[0040] Conformément à l'invention, le gonflement du tube 16 à expansion pyrotechnique a pour effet de plier les parties actives 40 de la pièce de liaison 18 autour de leurs zones de liaison avec la partie de base 38 de cette pièce, en éloignement du premier élément 12. Cela est rendu possible par le caractère rigide de la partie de l'élément 12 dans laquelle est usiné l'espace 20 et par le caractère déformable des parties actives 40.

[0041] Les parties actives 40 de la pièce de liaison 18 s'ouvrent alors, en un temps très court, à la manière des pétales d'une fleur. Cela a pour effet de dégager complètement les extrémités 50 en forme de crochets de l'encoche 36 formée dans le talon 32. La liaison mécanique entre les éléments 12 et 14 est ainsi supprimée. Ces éléments peuvent donc se séparer l'un de l'autre, comme on l'a représenté sur la figure 3.

[0042] Bien entendu, l'invention n'est pas limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit à titre d'exemple. Ainsi, comme on l'a déjà observé, les éléments 12 et 14 peuvent être soit de formes annulaires, soit constitués par des panneaux plans ou de toute autre forme. Dans le premier cas, la pièce de liaison 18 encercle la zone de liaison entre les deux éléments et les parties actives 40 sont réparties sur toute sa circonférence. Dans le second cas, la pièce de liaison 18 chevauche la zone de jonction des deux panneaux. En outre, les moyens de fixation peuvent prendre des formes différentes (rivets, vis, etc.). Enfin, au lieu d'être logé dans un espace usiné dans le premier élément 12, le tube 16 à expansion pyrotechnique peut aussi être monté dans un espace usiné dans le talon 32 de la deuxième pièce 14, entre l'extrémité du talon et l'encoche 36.

## 35 Revendications

1. Dispositif de liaison provisoire et de séparation pyrotechnique, comprenant un tube (16) à expansion pyrotechnique monté dans un espace (20) ménagé dans une zone de liaison entre deux éléments (12, 14) à séparer, ledit espace (20) étant délimité en partie par une pièce de liaison (18) solidaire d'un premier (12) desdits éléments, ladite pièce de liaison (18) assurant normalement une liaison par pression entre lesdits éléments et étant apte à se déformer, lors d'une mise en oeuvre du tube (16) à expansion pyrotechnique, pour libérer ladite liaison par pression, **caractérisé en ce que** la pièce de liaison (18) comporte une partie de base (38) fixée sur une face (22) du premier élément (12) et au moins une partie active (40) dont une extrémité (50) est apte à maintenir un talon (32) du deuxième élément (14) en appui contre une empreinte (24) complémentaire formée sur le premier élément (12), pour former ladite liaison par pression, ledit espace (20) étant formé dans le premier élément (12) ou dans le talon (32) du deuxième élément (14) et débouchant en face de la partie active (40) de la pièce

de liaison (18), entre la partie de base (38) et l'extrémité (50).

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ladite extrémité (50) de la partie active (40) de la pièce de liaison (18) est en forme de crochet, de façon à être normalement reçue dans une encoche (36) formée dans le talon (32) du deuxième élément (14). 5
3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel la pièce de liaison (18) et ladite face (22) du premier élément (12) coopèrent entre elles par des surfaces complémentaires (26, 48) à effet de coin, aptes à déplacer légèrement ladite extrémité (50) en forme de crochet vers la partie de base (38), lors du serrage de moyens de fixation (30, 44) de ladite partie de base sur la base (22) du premier élément (12). 10 15
4. Dispositif selon la revendication 3, dans lequel les moyens de fixation sont des boulons (30, 44). 20
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel la pièce de liaison (18) comporte une pluralité de parties actives (40) réalisées d'un seul tenant avec la partie de base (38) et aptes à se déformer en éloignement de ladite face (22), lors d'une mise en oeuvre du tube (16) à expansion pyrotechnique. 25
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel les deux éléments (12, 14) sont annulaires et disposés bout à bout, et la pièce de liaison (18) encercle leur zone de jonction. 30 35
7. Dispositif selon l'un quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les deux éléments (12, 14) sont des panneaux disposés bout à bout et la pièce de liaison (18) chevauche leur zone de jonction. 40

45

50

55

FIG. 3

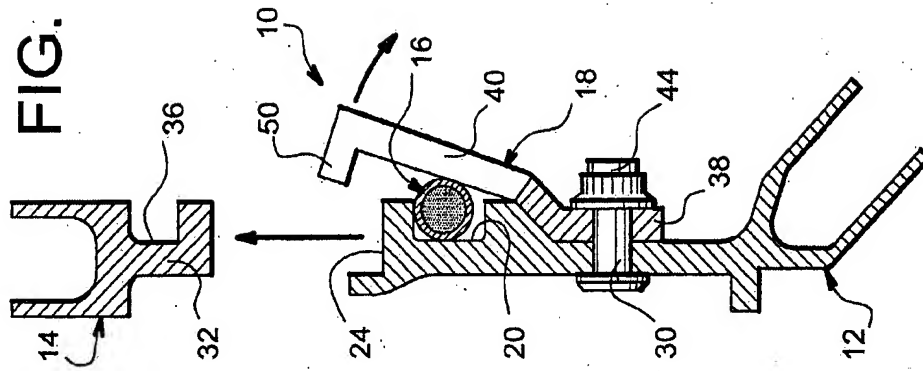
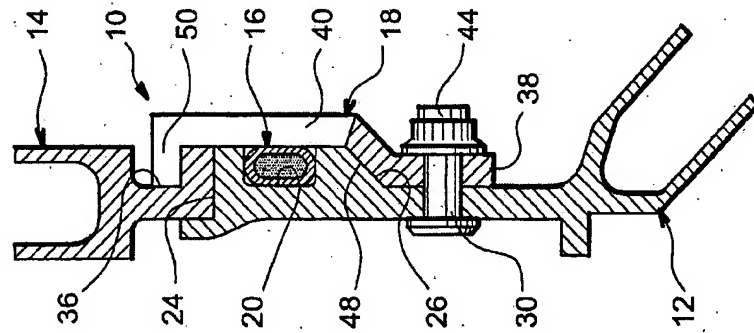
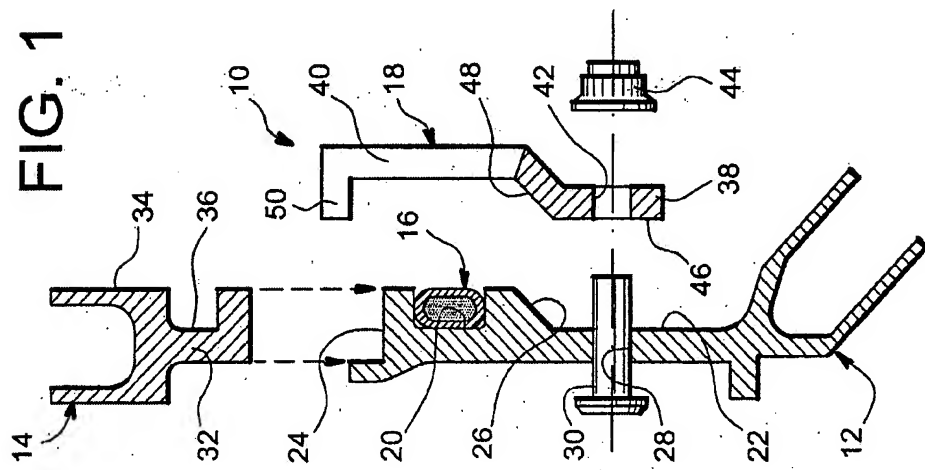


FIG. 2



**FIG. 1**





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 03 10 1062

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	US 5 735 626 A (POPE HAL D ET AL) 7 avril 1998 (1998-04-07) * colonne 4, ligne 30-67 * * figures 2,3 *	1	F42B15/38
D,A	FR 2 779 222 A (AEROSPATIALE) 3 décembre 1999 (1999-12-03) * page 14, ligne 1 - page 16, ligne 16 * * figures 2A,2B *		
A	US 4 879 941 A (REPE THOURON ET AL) 14 novembre 1989 (1989-11-14) * figures 1-4 *		
A	US 3 633 456 A (CARR WILLIAM F ET AL) 11 janvier 1972 (1972-01-11) * figures 3,4 *		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			F42B B64G
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 8 juillet 2003	Examineur Lostetter, Y
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03 02 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 03 10 1062

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 08-07-2003.  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

08-07-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5735626	A	07-04-1998	AUCUN	
-----				
FR 2779222	A	03-12-1999	FR 2779222 A1	03-12-1999
			DE 69904260 D1	16-01-2003
			EP 0962741 A1	08-12-1999
			US 6250227 B1	26-06-2001
-----				
US 4879941	A	14-11-1989	FR 2617464 A1	06-01-1989
			EP 0297992 A1	04-01-1989
-----				
US 3633456	A	11-01-1972	AUCUN	
-----				

EPO FORM P0480

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**